

Oper Orthop Traumatol 2016 · 28:279–290  
 DOI 10.1007/s00064-016-0448-6  
 Eingegangen: 14. August 2015  
 Überarbeitet: 3. Januar 2016  
 Angenommen: 12. Januar 2016  
 Online publiziert: 24. Mai 2016  
 © The Author(s) 2016. This article is available  
 at SpringerLink with Open Access

#### Redaktion

J. van Schoonhoven, Bad Neustadt

#### Zeichner

R. Himmelhan, Mannheim



CrossMark

M. Lutz<sup>1</sup> · S. Erhart<sup>2</sup> · C. Deml<sup>2</sup> · T. Klestil<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Abteilung für Unfallchirurgie, Landeskrankenhaus Baden/Mödling/Hainburg, Mödling, Österreich

<sup>2</sup> Univ. Klinik für Unfallchirurgie Innsbruck, Innsbruck, Österreich

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Traumatologie, Department für Gesundheitswissenschaften und Biomedizin, Donau-Universität Krems, Krems, Österreich

# Arthroskopisch gesteuerte Osteosynthese der dislozierten intraartikulären distalen Radiusfraktur

## Vorbemerkungen

Die Behandlung der distalen intraartikulären Radiusfraktur stützt sich im Wesentlichen auf 3 Säulen [2, 14, 20, 22, 28]:

1. Wiederherstellung von Länge und Form
2. Wiederherstellung des dorsopalmar- und radioulnären Gelenkwinkels
3. Wiederherstellung der Gelenkfläche

Während Länge und Form des Radius durch die inzwischen anerkannte Technik der winkelstabilen Plattenosteosynthese verlässlich wiederhergestellt werden können, stellt die anatomisch korrekte Rekonstruktion der radiokarpalen Gelenkfläche nach wie vor eine Herausforderung für den Operateur dar.

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass verbliebene Gelenkstufen sowie eine Diastase der artikulären Fragmente im Sinne einer vermehrten dorso-palmaren Distanz im seitlichen Röntgenbild mit Bewegungseinschränkung und Schwierigkeiten in der Feinmotorik einhergehen [2, 4, 28].

Des Weiteren führt eine Formveränderung der Gelenkfläche in der Sagittalebene im Sinne eines zentralen Einsinkens zur Beeinträchtigung der radiokarpalen Beweglichkeit und zu vermehrter Arthroseentwicklung [9, 13, 18].

Vor diesem Hintergrund sollte beim jungen aktiven Patienten eine stufenfreie

spaltenfreie Wiederherstellung der Gelenkfläche angestrebt werden.

Im Gegensatz zu anderen Gelenken ist die offene Einsicht in das Radiokarpalgelenk von dorsoradial aufgrund des komplexen Bandapparats limitiert und mit dem Risiko der Arthrofibrose verbunden. Das bedeutet, dass die Reposition der Gelenkfläche nur durch Bildwandler (BV) gesteuert und ohne direkte Sicht auf die Fragmente erfolgen sollte [1, 24, 26].

Begleitverletzungen der interkarpalen Bänder, des Handgelenkdiskus sowie osteochondrale Frakturen der Handwurzelknochen, die in einem hohen Prozentsatz auftreten, bleiben so unerkannt und können auch nicht behandelt werden [7, 10, 11].

## Operationsprinzip und -ziel

**Anatomische Wiederherstellung des Radius in Länge und Form sowie der Gelenkfläche unter arthroskopischer Sicht. Beurteilung von Begleitverletzungen, insbesondere des intrinsischen Bandapparats (skapulohumäres und lunotriquetrales Band), des Handgelenkdiskus und des Gelenkknorpels mit ggf. gleichzeitiger Behandlung.**

## Vorteile

- Exakte Rekonstruktion der radiokarpalen Gelenkfläche unter arthroskopischer Sicht mit Vermeidung von

Gelenkstufen und Fragmentdiastase, die unter BV-gesteuerter Reposition nicht erkennbar sind

- Exakte Einstellung der Incisura ulnaris des distalen Radius und damit der knöchernen Komponenten des distalen Radioulnargelenks
- Erkennen von Begleitverletzungen des Handgelenkdiskus, der interkarpalen Bänder und Knorpelschäden mit gleichzeitiger Behandlung

## Nachteile

- Technisch aufwendiges Verfahren verglichen mit der konventionellen Plattenosteosynthese
- Verlängerung der Operationszeit je nach Erfahrung des Chirurgen
- Risiko der Strecksehnenverletzung durch die zusätzlichen Zugänge insbesondere der Sehne des M. extensor pollicis longus.

## Indikationen

- Intraartikulärer Speichenbruch des jungen aktiven Patienten (Altersgrenze ca. 65 Jahre), darüber hinaus bei speziellem Funktionsanspruch
- Radiusfraktur mit Verdacht auf eine interkarpale Bandverletzung bzw. Verdacht auf den Abriss des extrinsischen Bandapparats



**Abb. 1** ▲ Dorsal dislozierte intraartikuläre Radiusfraktur. a,b Röntgenaufnahme, c–e Computertomogramm

### Kontraindikationen

- Ausgeprägte Osteoporose: aufgrund der eingeschränkten Knochenqualität Repositionstechnik mittels Kirschner-Drähten nicht möglich
- Radiokarpale Luxationsfrakturen: alternativ offene transossäre Reinsertion des radiokarpalen Bandapparats bzw. der knöchernen Ausrisse
- Offene Frakturen

### Patientenaufklärung

- Allgemeine Risiken wie Infektion, Gefäß-, Sehnen- und Nervenverletzungen, insbesondere des Ramus superficialis nervi radialis und der A. radialis.
- Strecksehnenverletzungen durch die Arthroskopiezugänge, v. a. der Sehne des M. extensor pollicis longus
- Strecksehnenverletzungen durch überstehendes Implantat
- Beugesehnenverletzungen durch sehr weit distal angelegte Platte
- Repositionsverlust bei insuffizienter Fixierung der artikulären Fragmente (Plattenlage zu weit proximal)
- Schraubenperforation ins Gelenk

- Postoperative Ruhigstellung im Unterarmgipsverband für 4 Wochen
- Eventuell Implantatentfernung nach einem Jahr
- Entfernung des Kirschner-Drahts nach 6 bis 8 Wochen bei karpaler Transfixation
- Reflexdystrophie (komplexes regionales Schmerzsyndrom).

### Operationsvorbereitungen

- Gedeckte Reposition in Lokalanästhesie und Anlage einer dorsalen Gipsschiene
- Röntgen und Computertomographie des betroffenen Handgelenks (Abb. 1)
- Rasur des Operationsfelds vor dem Eingriff
- Intravenöse Single-Shot-Antibiotikagabe (Cephalosporin der 2. Generation, alternativ Clindamycin)

### Instrumentarium

- Handchirurgisches Instrumentarium
- Kirschner-Drähte
- Minibohrmaschine
- Röntgenbildverstärker (Bildwandler)
- Standard-Arthroskopieturm einschließlich Kameraeinheit, Licht-

quelle und Videodokumentationssystem

- Pumpeneinheit (z. B. Dual Wave, Arthrex GmbH, München), Pumpendruck maximal 30–35 mmHg,
- Arthroskop 2,7 mm, 30°-Optik (z. B. Fa. Arthrex)
- Full Radius Shaver 2,9 mm (z. B. Fa. Arthrex)
- Extensionsvorrichtung für das Handgelenk (z. B. Wrist Traction Tower, Fa. Arthrex)
- Winkelstabile distale Radiusplatte (z. B. VA-LCP volare distale Zweisäulen-Radiusplatte 2.4 mit variablem Winkel (z. B. DePuy Synthes, Oberdorf, Schweiz)

### Anästhesie und Lagerung

- Allgemeinnarkose oder Plexusanästhesie
- Rückenlagerung, Arm auf dem Handtisch gelagert; für den arthroskopischen Teil der Operation Aufhängung der Hand mittels Extensionsvorrichtung vertikal in Mittelstellung zwischen Pro- und Supination (Abb. 2)
- Oberarmblutsperre

M. Lutz · S. Erhart · C. Deml · T. Klestil

## Arthroskopisch gesteuerte Osteosynthese der dislozierten intraartikulären distalen Radiusfraktur

### Zusammenfassung

**Operationsziel.** Anatomische Wiederherstellung des distalen Radius nach intraartikulärem Speichenbruch mit besonderer Berücksichtigung der artikulären Komponente und der ligamentären Begleitverletzungen.

**Indikationen.** Intraartikulärer Speichenbruch beim jungen aktiven Patienten bis zu einer Altersgrenze von ca. 65 Jahren.

**Kontraindikationen.** Patienten mit osteoporotischer Knochenstruktur, radiokarpale Luxationsfrakturen, offene Frakturen.

**Operationstechnik.** Konventioneller palmarer Zugang zur Stabilisierung der Fraktur mit winkelstabiler distaler Radiusplatte. Reposition der artikulären Fragmente unter arthroskopischer Sicht über die Portale 3/4 und

6R. Nach temporärer Kirschner-Draht-Fixation Besetzen der winkelstabilen Plattenschrauben im Querschinkel der Platte. Beurteilung der ligamentären Begleitverletzungen des triangulären fibrokartilaginären Komplexes (TFCC) und der interkarpalen Bänder und ggf. Mitbehandlung in derselben Sitzung.

**Weiterbehandlung.** Ruhigstellung im Unterarmgipsverband für 4 Wochen, anschließend ergotherapeutische Nachbehandlung.

**Ergebnisse.** Von insgesamt 23 Patienten konnten 17 nach arthroskopisch unterstützter Versorgung einer intraartikulären Speichenfraktur durchschnittlich 31 Monate später nachkontrolliert werden. Die Durchschnittswerte für den Disabilities of the Arm,

Shoulder and Hand (DASH) Score lagen bei 4,9 Punkten und für den Patient-Rated Wrist Evaluation (PRWE) Score bei 6,0 Punkten. Die aktive Beweglichkeit im Handgelenk und die Unterarmdrehung erzielten mit Ausnahme der Flexion über 90 % der unverletzten Gegenseite. Bei der Kraftmessung wurden mit 96 % der Gegenseite nahezu seitengleiche Verhältnisse erzielt. Die Schmerzangaben bei Belastung schwankten zwischen 1 und 3 auf einer 10-teiligen visuellen Analogskala.

### Schlüsselwörter

Arthroskopie · Hand · Radiusfrakturen · Bandverletzungen · Frakturfixation

## Arthroscopically assisted osteosynthesis of intraarticular distal radius fractures

### Abstract

**Objective.** Anatomical reconstruction of the distal radius after intra-articular fractures with special consideration of the articular surface and treatment of concomitant ligament injuries.

**Indications.** Intra-articular distal radius fractures in adults under 65 years of age.

**Contraindications.** Osteoporotic deterioration of metaphyseal bone, radiocarpal fracture dislocation and open fractures.

**Surgical technique.** Conventional palmar approach for plate fixation of the fracture with a fixed angle locking plate. Arthroscopy of the wrist is performed for reduction of the articular fracture component using the standard 3-4 and 6R portals. Following

temporary Kirschner (K) wire fixation of the fracture, angle stable locking screws are inserted into the most distal portion of the plate. Finally, the intercarpal ligaments and the triangular fibrocartilage complex (TFCC) are checked for concomitant lesions and if necessary subsequent treatment within the same operation.

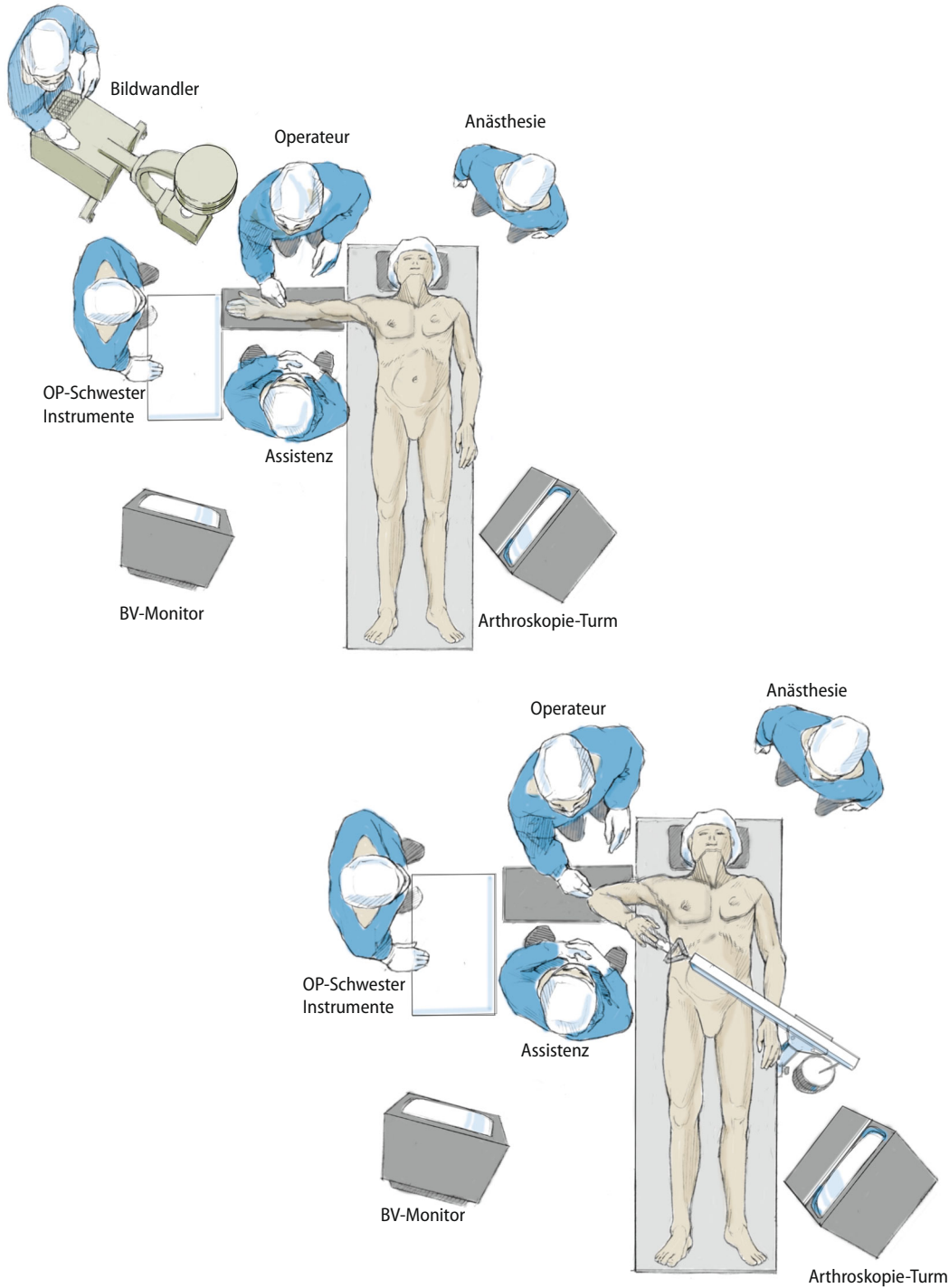
**Postoperative management.** Plaster cast fixation for 4 weeks followed by a physiotherapy program.

**Results.** After arthroscopically assisted reduction of an intra-articular distal radius fracture, 17 out of the 23 patients were available for follow-up examination an average of 31 months after the procedure.

The mean disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) score was 4.9 and the mean patient-rated wrist evaluation (PRWE) score was 6.0 at final follow-up. Except for wrist flexion, an active range of motion at the wrist as well as forearm rotation of more than 90 % was achieved compared with the uninjured contralateral side. Grip strength averaged 96 % compared with the contralateral side and pain levels under stress varied between 1 and 3 on a visual analog scale (range 0–10).

### Keywords

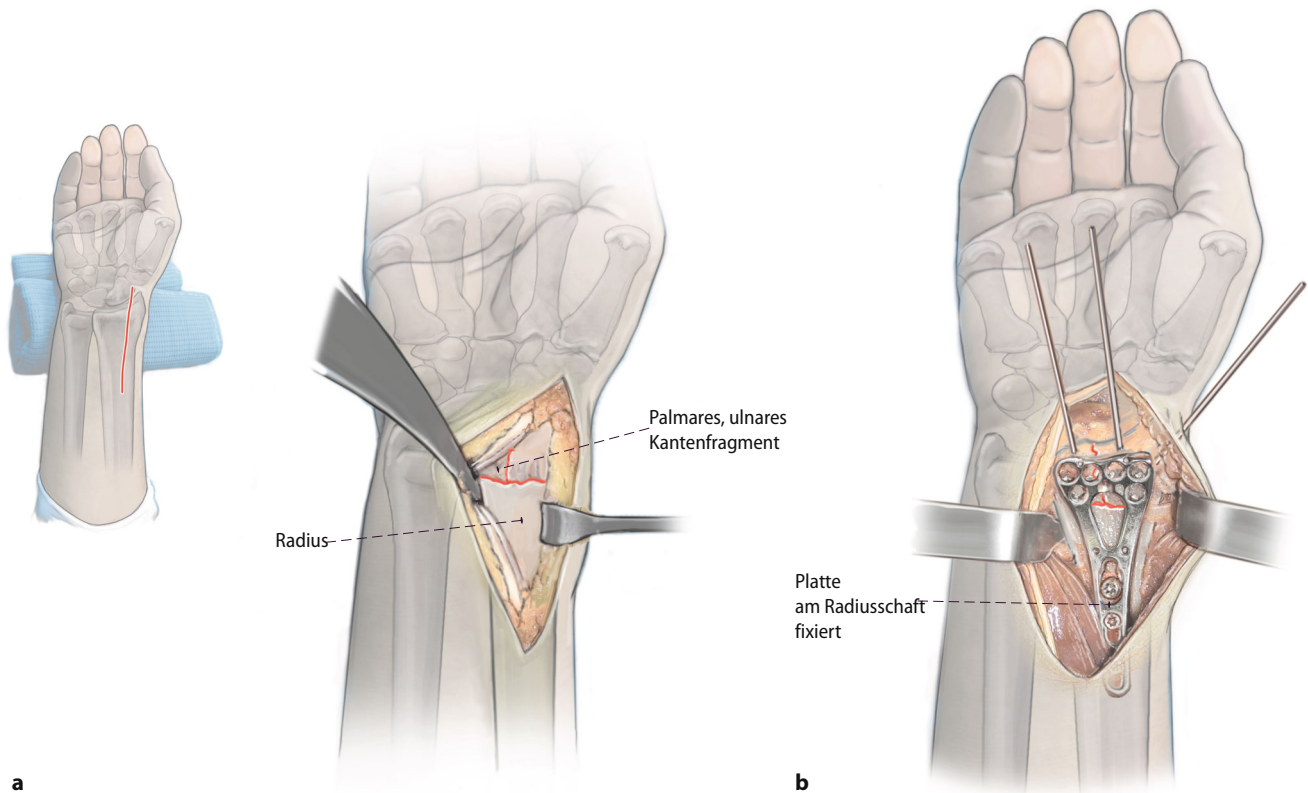
Arthroscopy · Hand · Radius fractures · Ligament injuries · Fracture fixation



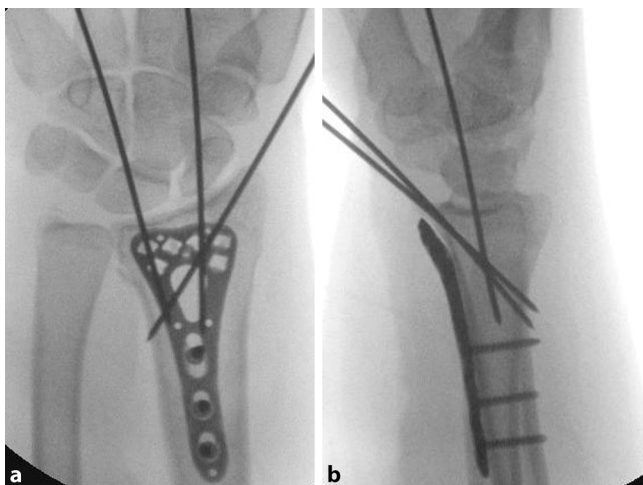
**Abb. 2** ◀ Organisation im Operationssaal. *Oben:* Der Patient befindet sich in Rückenlage, der betroffene Arm ist für den operativen Zugang, die beugeseitige Reposition der Fragmente und die Plattenmontage am Handtisch ausgelagert. *Unten:* Der arthroskopische Teil der Operation erfolgt dann in Vertikalextension unter Verwendung einer speziellen Aufhängevorrichtung, da sich das distale Radioulnargelenk in dieser Position in Mittelstellung zwischen Pro- und Supination befindet. Die Extensionsvorrichtung ist modellabhängig entweder auf der verletzten Seite oder auf der Gegenseite am Operationstisch zu montieren. *BV* Bildwandler

## Operationstechnik

(Abb. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14).

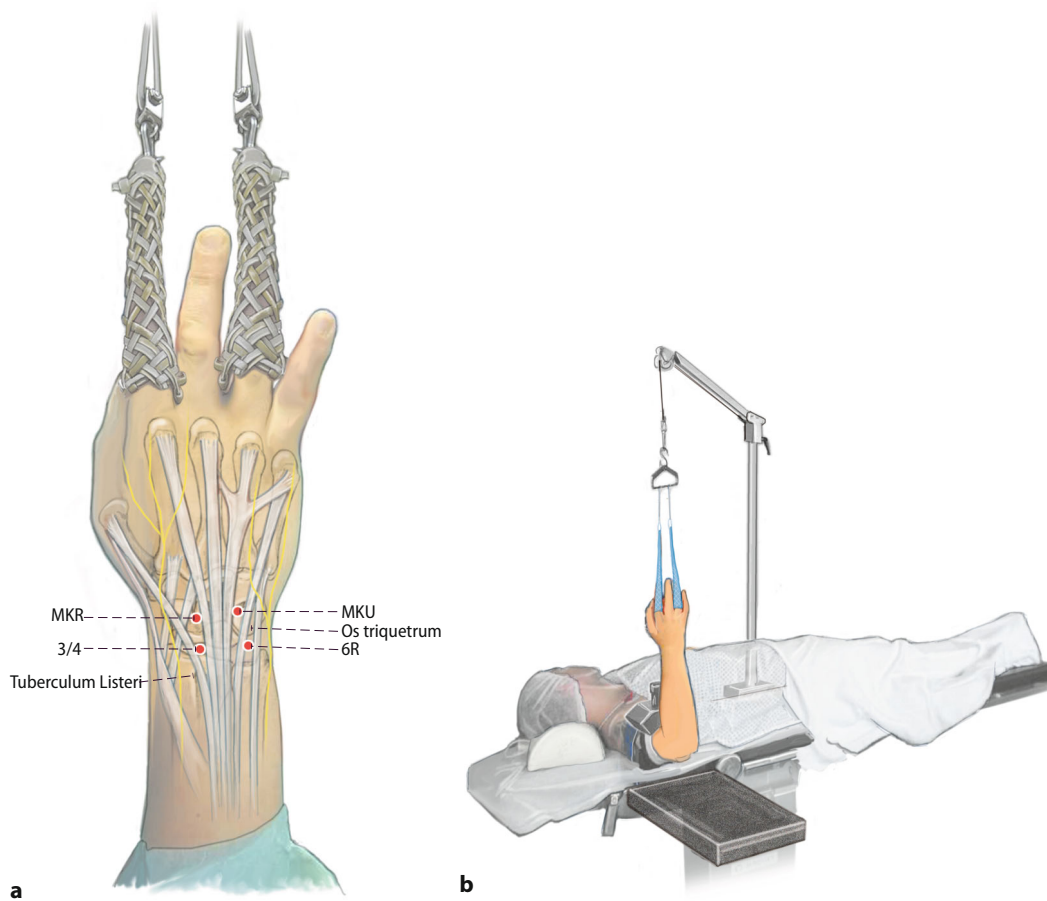


**Abb. 3** ▲ **a** Beugeseitiger Zugang und Darstellung der Fraktur. **b** Beugeseitige Reposition, Kirschner-Draht-Fixation und Plattenmontage. Nach dem beugeseitigen Zugang, der entsprechend der von Pillukat et al. [25] beschriebenen Operationstechnik erfolgt, werden die Bruchstücke eingerichtet. Das palmare ulnare Kantenfragment gilt dabei als Schlüsselfragment zur Wiederherstellung der Länge im distalen Radioulnargelenk. An diesem Fragment orientiert sich der weitere Frakturaufbau, eine temporäre Kirschner-Draht-Fixierung stabilisiert den Gelenkblock. Die Platte selbst wird zu diesem Zeitpunkt nur am Schaft fixiert, die Schraubenlöcher für den Gelenkblock bleiben noch unbesetzt

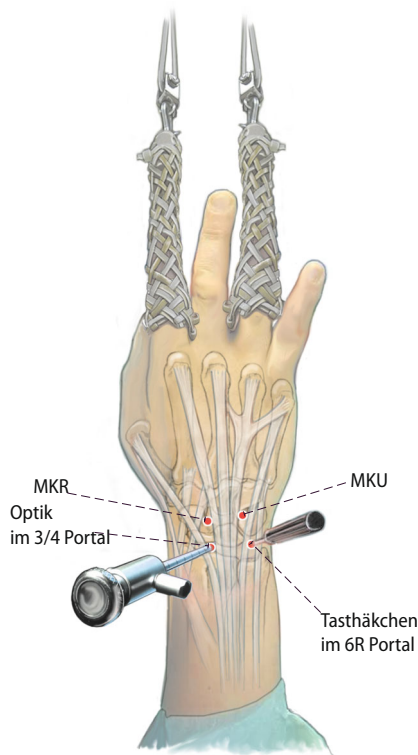


**Abb. 4a,b** ◀ Bildwandlerkontrolle des Repositionsergebnisses und der Plattenlage

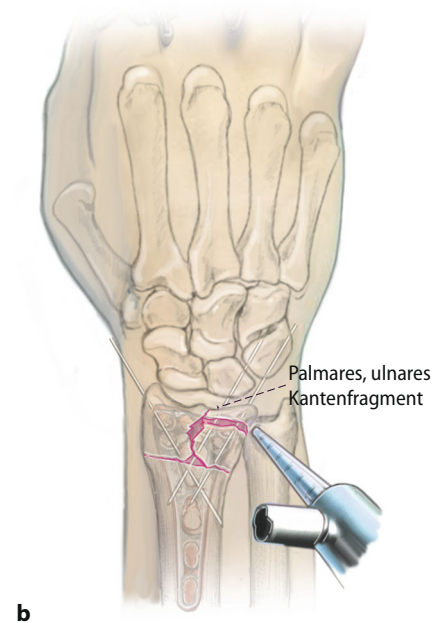
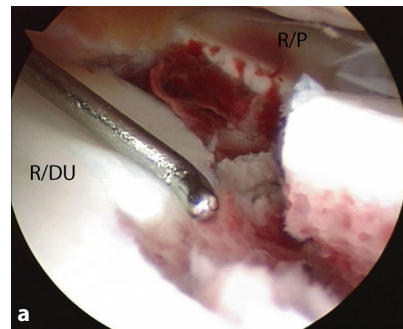




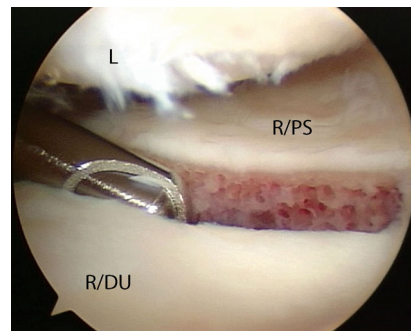
**Abb. 5** ▲ **a** Arthroskopische Portale. **b** Extensionsvorrichtung für die Handgelenksarthroskopie. Die Hand wird unter Verwendung zweier Mädchenfänger, die am 2. und 4. Finger angelegt werden, in die hängende Position gebracht, der Ellenbogen ist auf 90° gebeugt. Das Handgelenk wird mit 5–6 kg Extensionsgewicht extendiert, und die Assistenz übt einen Druck am Oberarm aus, sodass dieser weiter am Handtisch aufliegt. Die Standardportale sind radiokarpal 3/4 zwischen dem dritten und vierten Strecksehnenfach und 6R radial der Sehne des M. extensor carpi ulnaris. Als weitere Landmarken gelten radial der „soft spot“ distal des Tuberculum Listeri und ulnarseitig das gut tastbare und verschiebbliche Os triquetrum, das die distale Begrenzung des Zugangs bildet [17]. Mediokarpal wird das radiale Portal zwischen den Sehnen der Handgelenkstrecker und den Sehnen des M. extensor digitorum etwa 10 mm distal des 3/4-Portals und ulnarseitig zwischen den Sehnen des M. extensor digitorum und den Sehnen des M. extensor digiti minimi angelegt. Die Hautinzision erfolgt dabei mit der 15er-Skalpellklinge, die weitere Präparation und Kapseleröffnung stumpf mit einer Schere oder kleinen Klemme. MKR mediokarpal radial, MKU mediokarpal ulnar



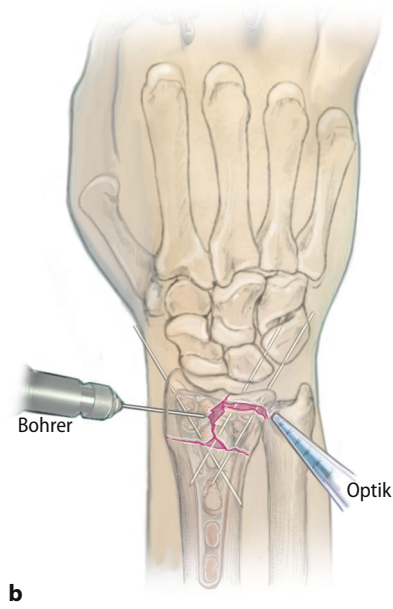
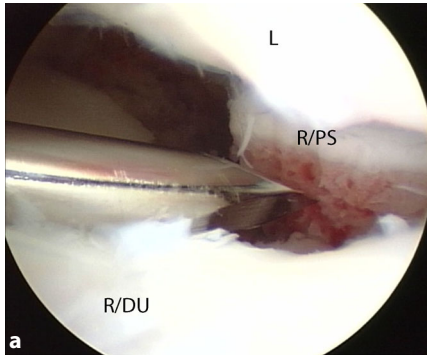
**Abb. 6** ▲ Optik bzw. Instrumentenportal. Initial verwenden wir das 3/4-Portal als Zugang für die Optik, da es das Standardportal darstellt und durch den meist noch etwas abgesunkenen Gelenkflächenanteil mehr Raum für den Zugang gegeben ist. Das 6R-Portal wird als Instrumentenportal anfangs für das Tasthäkchen, in weiterer Folge für den Shaver bzw. für Stanzen verwendet. Durch diese Anordnung lässt sich rasch ein Eindruck über das Frakturausmaß und verbliebene Inkongruenzen gewinnen. Falls die Arthroskopie im flüssigen Milieu durchgeführt wird, ist auf einen prompten Abfluss aus dem Instrumentenportal zu achten. Andernfalls ist eine Nadel als Abflusskanüle, die von radial eingebracht wird, hilfreich. *MKR* mediokarpal radial, *MKU* mediokarpal ulnar



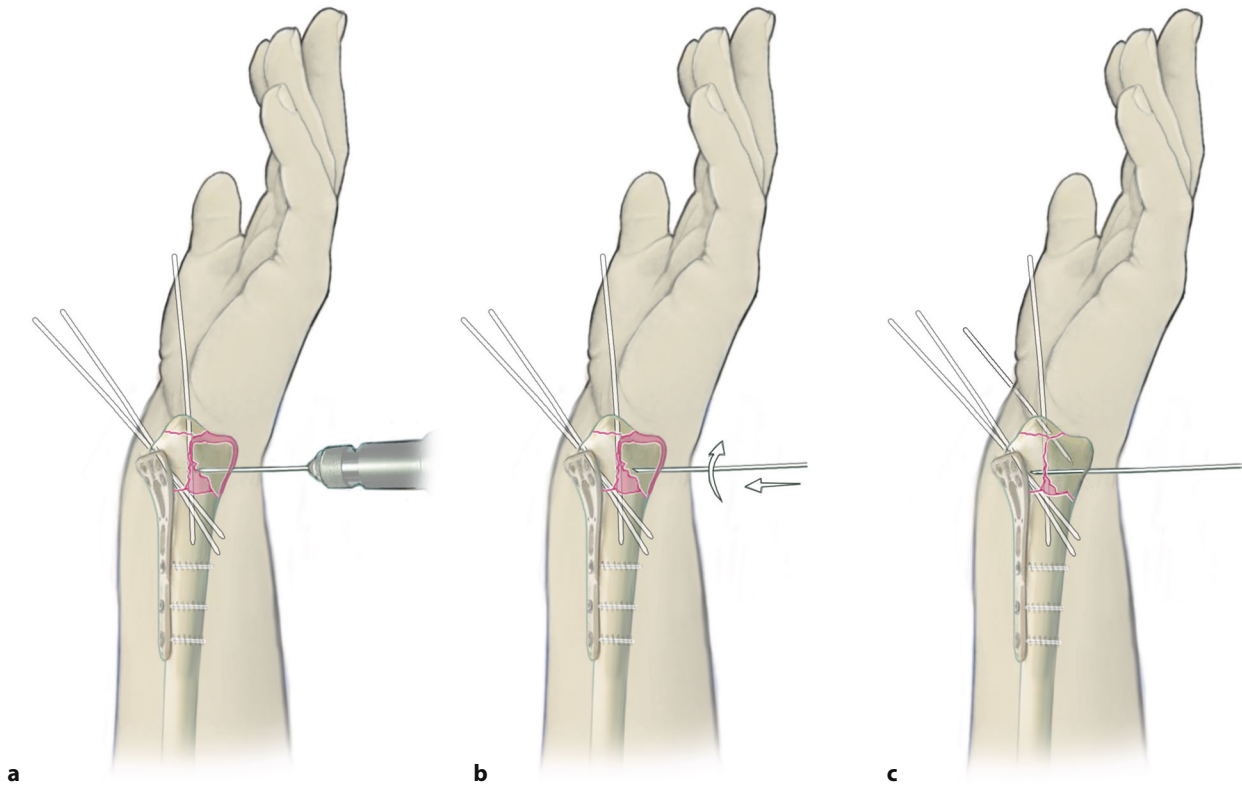
**Abb. 7** ▲ **a** Arthroskopisches Bild einer verbliebenen Gelenkstufe des dorsoularen Kantenfragments nach Reposition von beugeseitig und Kirschner-Draht-Fixation. **b** Korrespondierende Schemazeichnung *R/DU* Radius dorsoulnares Kantenfragment



**Abb. 8** ▲ Blutkoagel werden mit dem Shaver entfernt und die Fragmentränder gesäubert. *L* Lunatum, *R/PS* Radius-Processus-styloideus-Radii-Fragment, *R/DU* Radius dorsoulnares Kantenfragment

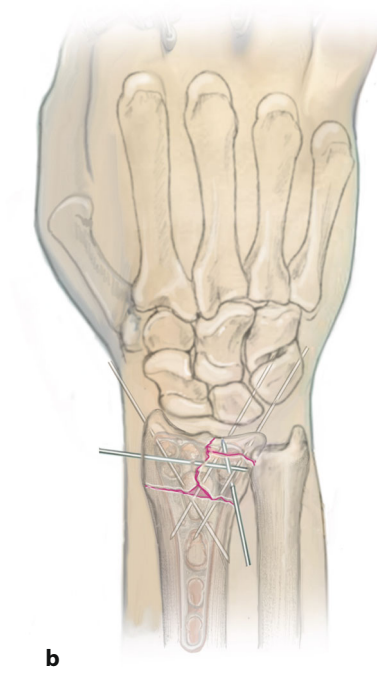
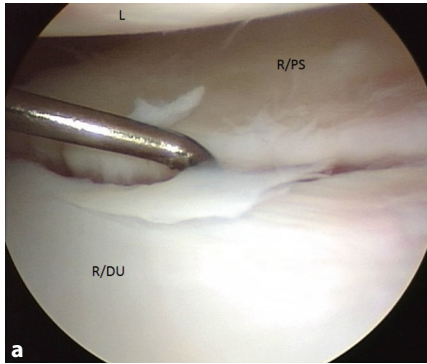


**Abb. 9** ▲ **a** Ein Kirschner-Draht wird in Rückbohrtechnik subchondral von ulnar in den dorsoradialen Anteil des Speichengriffs eingebracht, um nach Reposition das dorsoulnare Fragment zu stabilisieren. **b** Korrespondierende Schemazeichnung. *L* Lunatum, *R/PS* Radius Processus-styloideus-radii-Fragment, *R/DU* Radius dorsoulnares Kantenfragment

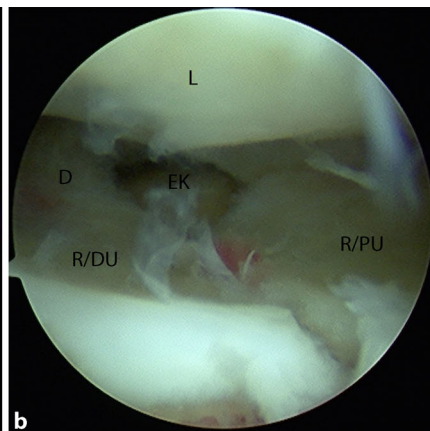
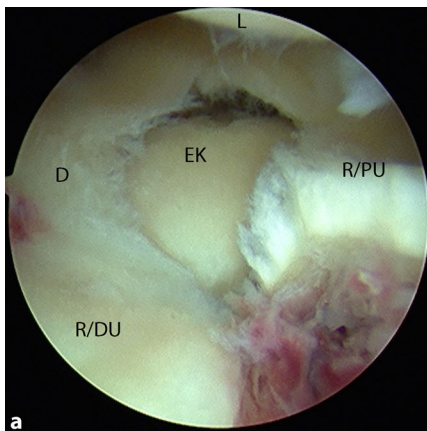


**Abb. 10a–c** ▲ Repositionstechnik unter Zuhilfenahme von Kirschner-Drähten als Joysticks

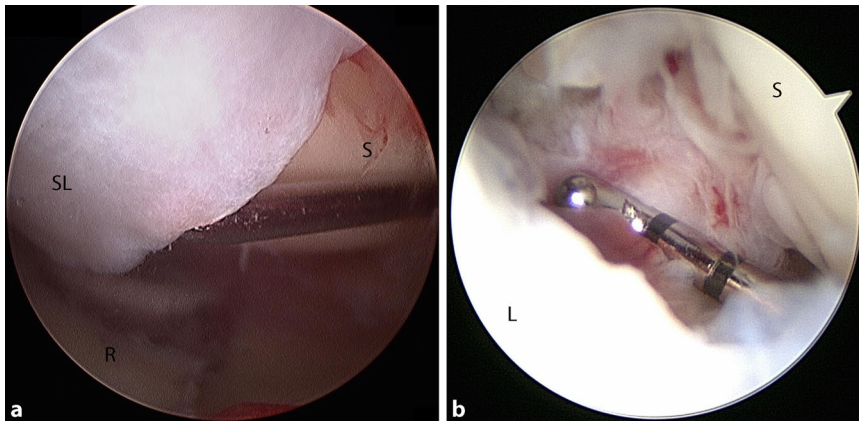




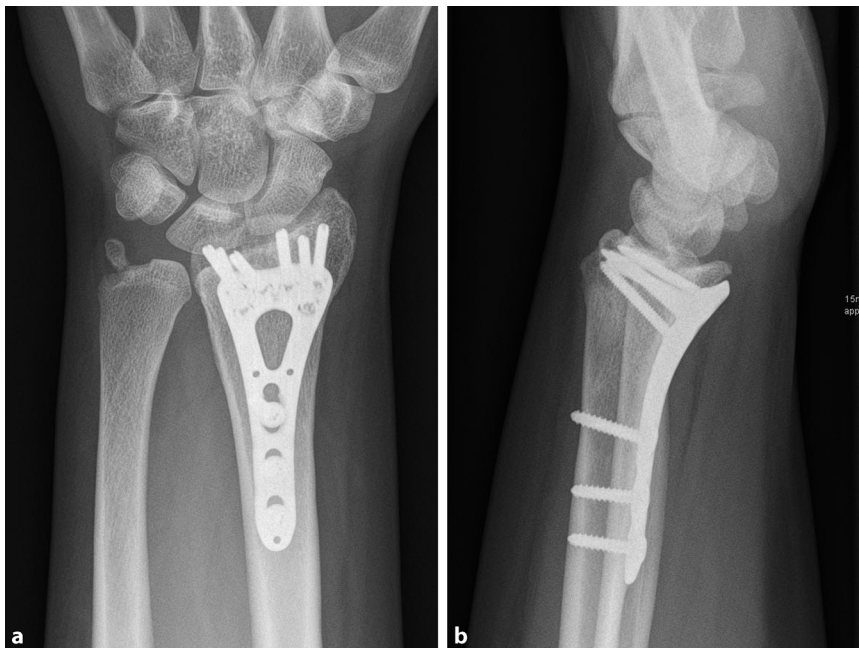
**Abb. 11** **a** Arthroskopisches Bild nach Reposition der gelenktragenden Fragmente. **b** Korrespondierende Schemazeichnung und Lage der Bohrdrähte. Anschließend wird der Handgelenkdiskus auf pathologische Veränderungen untersucht, die Verletzung entsprechend der Palmer-Klassifikation eingeteilt und je nach Verletzung in gleicher Sitzung therapiert [3]. Dabei können zentrale Risse mit dem Shaver débridiert werden, radiale Ausrisse aus der Incisura ulnaris transossär reinseriert werden. Ulnarseitige Ausrisse des Handgelenkdiskus werden nach derzeitigem Wissensstand in den meisten Fällen nicht refixiert, da sie häufig in Kombination mit einer Fraktur des Processus styloideus der Elle einhergehen, die unter konservativer Therapie zu einem funktionell stabilen Handgelenk führen. Lediglich bei verbliebener vollständiger Dislokation des Processus styloideus ulnae nach Reposition der Radiusfragmente in Kombination mit einer Luxationstendenz des distalen Radioulnargelenks sollte eine Refixation an anatomischer Stelle erwogen werden. *L* Lunatum, *R/PS* Radius Processus-styloideus-radii-Fragment, *R/DU* Radius dorsoulnares Kantenfragment



**Abb. 12** **a** Vorbestehende zentrale Diskusperforation 2C nach Palmer bei intraartikulärem Speichenbruch, der in die Incisura ulnaris des Radius einstrahlt. **b** Vorbestehende zentrale Diskusperforation 2C nach Palmer nach erfolgter Reposition des dorsoulnaren Kantenfragmentes. Im Anschluss wird der interkarpale Bandapparat beurteilt und es werden Bandverletzungen ggf. in gleicher Sitzung behandelt. Die Verletzung wird nach dem Schema von Geissler entsprechend dem arthroskopischen mediokarpalen Befund klassifiziert. *L* Lunatum, *D* Handgelenkdiskus, *EK* Ellenknopf, *R/PU* Radius palmares ulnares Kantenfragment, *R/DU* Radius dorsoulnares Kantenfragment



**Abb. 13** **a** Skapholunäre Komplettruptur von radiokarpal (Geissler 4). **b** Skapholunäre Komplettruptur von mediokarpal (Geissler 4). Im Stadium 3 wird optional eine Kirschner-Draht-Transfixation zwischen Skaphoid (S) und Lunatum (L) sowie Skaphoid und Capitatum durchgeführt. Im Stadium 4 erfolgt die Rekonstruktion des Bandapparats in offener Technik von dorsal, wie von Lutz et al. [19] beschrieben. Abschließend werden die distalen Plattenlöcher mit winkelstabilen Schrauben besetzt und die temporär eingebrachten Kirschner-Drähte entfernt. Die Schraubenlage wird durch den Bildwandler im a.-p.- und seitlichen Strahlengang kontrolliert. Die Schraubenlängen werden durch die von Joseph u. Harvey [15] beschriebene axiale Aufnahme gegenüber der dorsalen Radiuskortikalis beurteilt, um einen Überstand in die Strecksehnen zu verhindern. Knöcherne Abrisse des Processus styloideus der Elle werden nur in Ausnahmefällen bei vollständiger Dislokation vom Ellenkopf und gleichzeitiger Instabilität des distalen radioulnaren Gelenks operativ stabilisiert [16, 27]. Der Wundverschluss erfolgt gemäß der von Pillukat et al. [25] beschriebenen Technik. R Radius, SL skapholunäres Band



**Abb. 14a,b** **a** Röntgenbild nach arthroskopisch assistierter Versorgung der Fraktur

## Postoperative Behandlung

- Postoperativ Ruhigstellung mittels palmarer Gipsschiene
- Entfernung der Drainage nach 48 h
- Aktive und passive Bewegung der Finger ab dem 1. postoperativen Tag

- Entfernung des Nahtmaterials am 12. postoperativen Tag und Anlage eines Unterarmgipsverbands für weitere 2 Wochen
- Röntgenverlaufskontrolle nach Abnahme des Gipsverbands und Beginn mit einer Ergotherapie zur Wiedererlangung der Beweglichkeit der Finger,

des Handgelenks sowie des proximalen und distalen Radioulnargelenks.

- Belastungsbeginn nach gesicherter radiologischer Konsolidierung der Fraktur

## Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Plattenlage zu weit proximal: insuffiziente Abstützung der beugeseitigen Fragmente mit Redisllokation insbesondere des palmaren ulnaren Kantenfragments → Reosteosynthese und optimierte Plattenlage
- Plattenlage zu weit distal: Gefahr der Schädigung von Beugesehnen → Implantatentfernung und Therapie der Sehnenverletzung ([24])
- Überstehende Schrauben streckseitig: Irritation bzw. Ruptur von Strecksehnen → Schraubenwechsel bzw. Implantatentfernung und Therapie der Sehnenverletzung [24]
- Intraartikuläre Schraubenlage → bei Verdacht im Bildwandler arthroskopische Kontrolle und Schraubenwechsel
- Dislokation der artikulären Fragmente im postoperativen Verlauf durch ungenügende Abstützung und Schraubenperforation ins Radiokarpalgelenk → Wechsel bzw. Entfernung einzelner Schrauben, bei Dislokation des gesamten Gelenkblocks Reosteosynthese
- Redisllokation der dorsalen artikulären Fragmente bei zu kurz gewählten Schrauben → neuerliche Reposition und Verwendung längerer Schrauben
- Gefahr der Schädigung von Strecksehnen durch die Arthroskopiezugänge insbesondere der Sehne des Extensor pollicis longus → Therapie der Sehnenverletzung [24]
- Flüssigkeitseinlagerung in die Weichteile bei unzureichendem Abfluss über das zweite Arthroskopieportal oder zu hohem Pumpendruck
- Fehlinterpretation eines karpalen Bandschadens bei Verzicht auf die mediokarpale Arthroskopie

## Ergebnisse

Im Zeitraum 2011/2012 wurden 23 Patienten in der angegebenen Technik behandelt. Davon konnten 17 durchschnittlich 31 Monaten postoperativ nachkontrolliert werden. Bei den 13 weiblichen und 4 männlichen Patienten in einem Durchschnittsalter von 49 Jahren lag folgende Frakturverteilung entsprechend der Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) vor: 3 Patienten mit C1-, 7 Patienten mit C2- und 7 Patienten mit C3-Fraktur.

Im Rahmen der Arthroskopie wurden Begleitverletzungen des karpalen Bandapparats und des Handgelenkdiskus erhoben und artikuläre Gelenkstufen nach BV-gestützter Reposition vermessen; ferner wurde eine Verbesserung der artikulären Kongruenz durch die Arthroskopie analysiert.

Klinisch erfolgte nach 31 Monaten die Messung der Handgelenkbeweglichkeit und der Umwendebeugung des Unterarms im Seitenvergleich. Der Schmerz im betroffenen Handgelenk wurde in Ruhe und nach Belastung mittels 10-teiliger visueller Analogskala (VAS) erhoben und die Grobkraft beim Faustschluss ebenfalls im Seitenvergleich ermittelt. Der Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) und der Patient-Rated Wrist Evaluation (PRWE) Score wurden als subjektive Parameter herangezogen. An den a.-p.- und seitlichen Röntgenbildern nach Ausheilung der Fraktur wurden der dorsopalmare, der radioulnäre und der skapholunäre Gelenkwinkel sowie der skapholunäre Abstand vermessen. Das Vorliegen einer Pseudarthrose des Ellengriffs wurde ebenfalls dokumentiert.

Nach BV-gesteuerter Reposition und temporärer Kirschner-Draht-Fixation zeigte sich lediglich bei 7 Patienten arthroskopisch eine zufriedenstellende Situation im Bereich der radiokarpalen Gelenkfläche mit einer Gelenkstufe von maximal 0–1 mm. In 9 Fällen wurde eine Stufe von 1–2 mm festgestellt, bei einem Patienten lag eine Stufe >2 mm vor. Durch die arthroskopisch gestützte Feinreposition konnte in allen Fällen eine verbliebene Gelenkinkongruenz re-

duziert werden, sodass als Endergebnis bei allen 17 Patienten eine Gelenkstufe von nicht mehr als 1 mm verblieb.

Eine Teilverletzung des skapholunären Bandes Grad 2 nach Geissler lag bei 8 Patienten vor, eine Grad-3-Verletzung in 6 Fällen. Einmal wurde arthroskopisch eine vollständige Zerreißung des skapholunären Bandes diagnostiziert und in diesem Fall eine offene Rekonstruktion im Anschluss an die Speichenversorgung durchgeführt. Das lunotriquetrale Band zeigte sich bei 2 Patienten teilverletzt. Risse des triangulären fibroartikulären Komplexes (TFCC) wurden bei insgesamt 11 Patienten in folgender Verteilung entsprechend der Palmer-Klassifikation festgestellt: 3 Patienten Typ IA, 5 Patienten Typ IB und 3 Patienten Typ ID. Eine Fraktur des Processus styloideus ulnae wurde in 12 Fällen beobachtet, wobei sich eine Kombination aus TFCC-Ruptur und Fraktur des Ellengriffs bei 7 Patienten feststellen ließ.

## Klinische Ergebnisse

Die durchschnittliche aktive Beweglichkeit des Handgelenks zum Nachuntersuchungszeitpunkt betrug für die Extension 68° (60–80°), für die Flexion 55° (45–70°), für die Radialduktion 22° (15–35°) und für die Ulnarduktion 29° (20–40°). Die Supination wurde mit 81° (80–85°), die Pronation mit 83° (80–90°) gemessen. Dies entspricht einem prozentualen Anteil, ermittelt an der unverletzten Gegenseite, von 92 % für die Extension, 82 % für die Flexion, 105 % für die Radialduktion, 94 % für die Ulnarduktion, 99 % für die Supination und 98 % für die Pronation.

Die Kraftmessung beim Faustschluss ergab 28 kg (16–48 kg) gegenüber 29 kg (18–50 kg) auf der unverletzten Gegenseite.

Die Schmerzen wurden anhand der VAS in folgendem Ausmaß angegeben: In Ruhe waren 14 Patienten schmerzfrei, lediglich 3 Patienten nannten einen VAS-Wert von 1. Bei Belastung waren 8 Patienten schmerzfrei, 4 Patienten gaben einen VAS-Wert von 1, 2 Patienten einen Wert von 2 und 3 Patienten einen Wert von 3 an.

Die Ermittlung der Handgelenkscores ergab folgende Verteilung:

- 4,9 (0–18,3) Punkte im DASH-Score
- 6,0 (0–20,5) Punkte im PRWE-Score

Die radiologische Auswertung zeigte folgende Befunde:

- Radioulnärer Gelenkwinkel: 23° (17–28°)
- Dorsopalmarer Gelenkwinkel: 6° (1–12°)
- Ulnare Varianz: –1,2 mm (–4,1–+2,5)
- Skapholunärer Gelenkwinkel: 57° (36–79°)
- Skapholunärer Gelenkabstand: 1,6 mm

Bei 8 Patienten lag eine Pseudarthrose des Ellengriffelfortsatzes vor.

## Diskussion

Erste detaillierte Berichte zur arthroskopisch assistierten Versorgung intraartikulärer Speichenfrakturen stammen von Whipple [28] und Geissler [11], wobei Letztgenannter auf Basis der Arthroskopie eine Klassifikation für den interkarpalen Bandschaden erarbeitete. Schon damals war die Diskrepanz zwischen der BV-gestützten Reposition der Gelenkfläche und dem tatsächlich erreichten Repositionsergebnis, das durch die Arthroskopie visualisiert werden konnte, bekannt [5, 20]

Im Gegensatz zum heutigen Vorgehen wurde bei der arthroskopischen Technik mit der Gelenkrekonstruktion von radiallyseitig begonnen. Durch die Kirschner-Draht-Fixation des Radius-styloideus-Fragments (Processus styloides radii) an die Metaphyse wurde eine artikuläre Referenz geschaffen, an der sich die weitere artikuläre Reposition orientierte. Metaphysäre Trümmerzonen wurden mit einem gelenküberbrückenden Fixateur externe nach der Kirschner-Draht-Fixation der Gelenkfläche stabilisiert.

Schon damals konnte Geissler anhand einer Multicenterstudie auf die hohe Inzidenz ligamentärer Begleitverletzungen bei intraartikulären Speichenbrüchen hinweisen [12]. Rupturen des TFCC wurden in 43 %, skapholunäre Bandrupturen in 32 % und lunotriquetrale



Bänderrisse in 15 % aller Fälle beobachtet.

Metha et al. [21] beschrieben im Jahr 2000 ihre Technik der arthroskopisch unterstützten Reposition bei gelenkbeteiligten Speichenbrüchen und präsentierten ihre Ergebnisse. Dabei werden unter arthroskopischer Sicht einerseits Kirschner-Drähte als Repositionshilfen und zur fragmentspezifischen Fixation verwendet, andererseits kommen bei metaphysärer Trümmerzone zusätzlich kleine Platten zur Anwendung. Bei der Nachuntersuchung erreichten 88 % der Patienten ein sehr gutes bzw. gutes Ergebnis mit einer Beweglichkeit von 79 %, gemessen an der unverletzten Gegenseite, und einer Kraftentwicklung beim Faustschluss von 90 %.

In weiterer Folge beschrieb Del Pinal [6–8] die Kombination aus winkelstabiler Plattenosteosynthese und arthroskopischer Technik. Die Platte dient dabei der Stabilisierung der metaphysären Trümmerzone, die Arthroskopie zur Feinreposition der Gelenkfläche. Eine Besonderheit liegt dabei in der sog. Trockenarthroskopie, bei der Flüssigkeit nur intermittierend dazu benutzt wird, Blutkoagel auszuspülen.

Der verbliebenen Inkongruenz der Gelenkfläche nach BV-gestützter Reposition widmeten sich Ono et al. [23]. Die arthroskopische Kontrolle der artikulären Reposition ergab, dass bei über 50 % aller Patienten eine Fragmentdiastase von  $\geq 1$  mm verblieben war und in immerhin noch 20 % der Fälle sich Gelenkstufen im selben Ausmaß zeigten.

Schließlich konnten Ruch et al. [26] in einer Vergleichsstudie zur arthroskopisch kontrollierten versus BV-gestützten Reposition bei intraartikulären Radiusfrakturen zeigen, dass in der arthroskopisch behandelten Gruppe bessere klinische Ergebnisse zu erwarten sind.

## Korrespondenzadresse

### Prim. Univ.-Prof. Dr. T. Klestil

Lehrstuhl für Traumatologie, Department für Gesundheitswissenschaften und Biomedizin, Donau-Universität Krems  
Dr.-Karl-Dorrek-Straße 30, 3500 Krems, Österreich  
thomas.klestil@donau-uni.ac.at

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** M. Lutz, S. Erhart, C. Deml und T. Klestil geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

In der vorliegenden Arbeit sind keine Patienten entsprechend dem Bildmaterial zu identifizieren. Alle Patienten haben sich schriftlich bereit erklärt, an der Nachuntersuchung teilzunehmen.

**Open Access.** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

## Literatur

1. Augé WK, Velazquez PA (2000) The application of indirect reduction techniques in the distal radius: the role of adjuvant arthroscopy. *Arthroscopy* 16:830–835
2. Baratz ME, Des Jardins J, Anderson DD et al (1996) Displaced intra-articular fractures of the distal radius: the effect of fracture displacement on contact stresses in a cadaver model. *J Hand Surg Am* 21:183–188
3. Bednar JM (1999) Arthroscopic treatment of triangular fibrocartilage tears. *Hand Clin* 15:479–488
4. 3rd Catalano LW, Cole RJ, Gelberman RH et al (1997) Displaced intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. Long-term results in young adults after open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am* 79:1290–1302
5. Catalano LW 3rd, Barron OA, Gickel SZ (2004) Assessment of articular displacement of distal radius fractures. *Clin Orthop Relat Res* 423:79–84
6. Del Pinal F (2008) Dry arthroscopy of the wrist: its role in the management of articular distal radius fractures. *Scand J Surg* 97:298–304
7. Del Pinal F (2011) Dry arthroscopy and its applications. *Hand Clin* 27:335–345
8. Del Pinal F (2011) Technical tips for (dry) arthroscopic reduction and internal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 36:1694–1705
9. Erhart S, Schmoelz W, Arora R et al (2012) The biomechanical effects of a deepened articular cavity during dynamic motion of the wrist joint. *Clin Biomech (Bristol Avon)* 27:557–561
10. Forward DP, Lindau TR, Melsom DS (2007) Intercarpal ligament injuries associated with fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am* 89:2334–2340
11. Geissler WB (1995) Arthroscopically assisted reduction of intra-articular fractures of the distal radius. *Hand Clin* 11:19–29
12. Geissler WB, Freeland AE (1999) Arthroscopic management of intra-articular distal radius fractures. *Hand Clin* 15:455–465
13. Giannoudis PV, Tzioupis C, Papathanassopoulos A et al (2010) Articular step-off and risk of post-traumatic osteoarthritis. Evidence today. *Injury* 41:986–995
14. Gliatis JD, Plessas SJ, Davis TR (2000) Outcome of distal radial fractures in young adults. *J Hand Surg Br* 25:535–543
15. Joseph SJ, Harvey JN (2011) The dorsal horizon view: detecting screw protrusion at the distal radius. *J Hand Surg Am* 36:1691–1693
16. Krämer S, Meyer H, O'Loughlin PF et al (2013) The incidence of ulnocarpal complaints after distal radial fracture in the relation to the fracture of the ulnar styloid. *J Hand Surg Br* 38:710–717
17. Löw S, Herold A, Eingartner C (2014) Die standardisierte Arthroskopie des Handgelenkes. *Operat Orthop Traumatol* 26:539–546
18. Lutz M, Rudisch A, Kralinger F et al (2005) Sagittal wrist motion of carpal bones following intraarticular fractures of the distal radius. *J Hand Surg Br* 30:282–287
19. McQueen MM, Caspers J (1988) Colles fracture: does the anatomical result affect the final function? *J Bone Joint Surg Br* 70:649–651
20. Mehta JA, Bain GI, Heptinstall RJ (2000) Anatomical reduction of intra-articular fractures of the distal radius – an arthroscopically assisted approach. *J Bone Joint Surg Br* 82:79–86
21. Ng CY, McQueen MM (2011) What are the radiological predictors of functional outcome following fractures of the distal radius? *J Bone Joint Surg Br* 93:145–150
22. Ono H, Furuta K, Fujitani R et al (2010) Distal radius fracture arthroscopic intraarticular displacement measurement after open reduction and internal fixation from a volar approach. *J Orthop Sci* 15:502–508
23. Pechlaner S (1993) Distal intra-articular radius fractures. Indications for and technique of open reduction and plate osteosynthesis. *Orthopade* 22:46–51
24. Pillukat T, Fuhrmann R, Windolf J, van Schoonhoven J (2015) Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese bei Extensionsfrakturen des distalen Radius. *Oper Orthop Traumatol* 28:47–64. Online First: doi:10.1007/s00064-015-0433-5
25. Ruch DS, Vallee J, Poehling GG et al (2004) Arthroscopic reduction versus fluoroscopic reduction in the management of intra-articular distal radius fractures. *Arthroscopy* 20:225–230
26. Sammer DM, Shah HM, Shauver MJ et al (2009) The effect of ulnar styloid fractures on patient-rated outcomes after volar locking plating of distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 34:1595–1602
27. Trumble TE, Schmitt SR, Vedder NB (1994) Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 19:325–340
28. Whipple TL (1995) The role of arthroscopy in the treatment of intraarticular wrist fractures. *Hand Clin* 11:13–18